

Ибрагимова Айсылу Гумеровна

**ТАФОЦЕНОЗЫ CLADOCERA (BRANCHIOPODA, CRUSTACEA)
ГЛЯЦИОГЕННЫХ ОЗЁР ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ**

03.02.10 – Гидробиология (Биологические науки)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Работа выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования Казанский (Приволжский) федеральный университет

Научный руководитель: **Фролова Лариса Александровна**

кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии и общей биологии Института фундаментальной медицины и биологии, руководитель научно-исследовательской лаборатории палеоклиматологии, палеоэкологии, палеомагнетизма Института геологии и нефтегазовых технологий, ФГАОУ ВО Казанский (Приволжский) федеральный университет

Официальные оппоненты: **Курашов Евгений Александрович**

доктор биологических наук, профессор кафедры экологической безопасности и устойчивого развития регионов, член-корреспондент РАН, руководитель лаборатории гидробиологии, ФГБУН Институт озёроведения Российской академии наук (ИНОЗ РАН)

Разумовский Лев Владимирович

доктор географических наук, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела управления водными ресурсами, ФГБУН Институт водных проблем Российской академии наук (ИВП РАН)

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

Защита диссертации состоится «__» _____ 2021 года в __ час. __ мин. на заседании диссертационного совета Д 002.213.02 при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН по адресу: 119071, г. Москва, Ленинский проспект, д. 33. Тел./факс: +7(495)952-35-84, e-mail: admin@sevin.ru

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке Отделения биологических наук Российской академии наук по адресу: 119071, г. Москва, Ленинский проспект, д. 33; на сайте ФГБУН ИПЭЭ РАН по адресу: www.sev-in.ru и на сайте Высшей аттестационной комиссии по адресу vak.minobrnauki.gov.ru

Автореферат разослан «__» _____ 2020 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета, к.б.н.

Кацман Елена Александровна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования и степень ее разработанности. Для понимания современной природной обстановки важно иметь представление о ее динамике прежде всего в голоцене (последние 11-12 тыс. лет), так как именно в это время формировались окончательные черты рельефа и гидрографической сети, фауны и флоры (Голубева, 2010). Многолетние инструментальные наблюдения фиксируют повышение средних годовых температур в последние 100 лет, повышение уровня мирового океана, протайку многолетнемерзлых пород, увеличение концентрации парниковых газов, что свидетельствует о глобальном потеплении (Демежко, 2001; Макаров, 2013; Nazarova et al., 2013). В настоящее время проводятся разнообразные исследования, направленные на поиск аналогов современной ситуации развития климата в прошлом, а также составляются климатические модели, благодаря которым будут выявлены тренды развития климата в будущем (Rukhovets, Filatov, 2010; Фролова и др., 2018). Создание достоверных климатических моделей требует анализа изменений природных и климатических обстановок в прошлом, а также постоянного пополнения и обновления базы данных региональных экологических реконструкций (Solovieva et al., 2005; Назарова, 2011; Frolova et al., 2014; Hoff et al., 2015). Анализ остатков Cladocera донных отложений представляет собой особый интерес для реконструкции биоты озер прошлого и анализа биотической адаптации гидробионтов к антропогенным воздействиям (Rautio, 2001). В формировании и изменении тафоценозов Cladocera исследованных озер прослеживаются закономерности, которые могут применяться для интерпретации эколого-климатических условий прошлого региона, что, в свою очередь, необходимо для создания достоверных глобальных климатических моделей. Актуальность диссертации обусловлена недостаточной изученностью истории развития пресноводных экосистем региона исследования, необходимостью установления закономерностей природно-климатических изменений в прошлом, а также тревогой за будущее континентальных водоемов в связи с нарастающим антропогенным воздействием.

Цель работы: изучить состав тафоценозов Cladocera донных отложений ряда гляциогенных озёр Европейской части России и выявить особенности их изменений в голоцене.

Задачи:

- Изучить состав сообществ ветвистоусых ракообразных в донных отложениях 11 гляциогенных озёр Европейской части РФ и провести анализ изменения состава тафоценозов Cladocera изученных озер в голоцене;
- Выделить доминирующие таксоны Cladocera в тафоценозах донных отложений исследованных гляциогенных озёр Европейской части РФ и проследить их смену в голоцене;
- Выявить общие тенденции в изменении тафоценозов Cladocera региона в голоцене;

- Проанализировать зависимость численностей отдельных таксонов Cladocera от содержания органического вещества на разных этапах существования озёр;
- Изучить особенности морфологии эфиппиумов европейских видов рода *Ceriodaphnia* spp. с целью демонстрации возможности их определения до вида по эфиппиумам, сохраняющимся в донных отложениях.

Научная новизна. Изменения в составе тафоценозов Cladocera Европейской части России в период позднего неоплейстоцена - голоцена были изучены недостаточно полно. Анализ Cladocera донных отложений ранее применялся для исследования отдельных озёр Европейской части России, однако по большей части, такие исследования проводились в рамках комплексного зоологического анализа, без специальных попыток описания целостной картины. Тафоценозы Cladocera донных отложений большинства озёр, выбранных в качестве объектов исследования, ранее не были изучены. Более того, многолетний гидробиологический экологический мониторинг проводился только на оз. Плещеево и на озёрах Харбейской системы, данные о зоопланктонном сообществе других озёр либо отсутствуют, либо отрывочны (оз. Гахкозеро). В рамках проведенных исследований установлен состав тафоценозов Cladocera донных отложений 11 гляциогенных озёр Европейской части России и проведен анализ их изменений в голоцене, в ряде случаев – в позднем неоплейстоцене. Дополнена имеющаяся информация об экологии и географии отдельных видов, например, впервые на территории России обнаружены остатки редкого вида, ледникового реликта – *Rhynchotalona latens*. Значительно дополнены имеющиеся данные о таксономическом разнообразии Cladocera оз. Плещеево и оз. Гахкозеро. Впервые описаны общие тенденции изменения состава тафоценозов Cladocera гляциогенных озёр Европейской части России, выявлены общие черты в изменении тафоценозов Cladocera в голоцене для озёр Западной Европы и Европейской части России. Впервые проанализирована зависимость таксономического состава тафоценозов Cladocera Кольско-Карельской провинции от содержания органического вещества. Впервые составлен ключ для определения эфиппиумов *Ceriodaphnia* spp. для территории Европейской части России.

Теоретическая и практическая значимость работы. Анализ Cladocera донных отложений озёр Европейской части России позволит получить новые данные об особенностях изменения тафоценозов Cladocera гляциогенных озёр в голоцене, выявить общие черты развития водных экосистем в Европейской части России и Западной Европе в послеледниковое время, дополнить региональные базы данных об эколого-климатических изменениях прошлого. Фотоматериал, подготовленный в ходе обработки и анализа образцов донных отложений, будет использован при создании определительного ключа рецентных и субфоссильных ветвистоусых ракообразных России, работа над которым ведётся в настоящее время в НИЛ палеоклиматологии, палеоэкологии, палеомагнетизма Института геологии и нефтегазовых технологий Казанского

(Приволжского) федерального университета. Более того, в рамках написания диссертации совместно с коллективом авторов из ИПЭЭ РАН проведена работа по созданию определительного ключа по эфиппиумам европейских видов *Ceriodaphnia* spp., использование которого позволяет идентифицировать виды данного рода исключительно по эфиппиумам, хорошо сохраняющимся в донных отложениях. Материалы диссертации могут быть использованы для пополнения данных многолетнего мониторинга водных объектов, а также при проведении курсов палеолимнологии, гидробиологии, зоологии беспозвоночных, экологии, биогеографии.

Положения, выносимые на защиту:

1. Тафоценозы Cladocera исследованных гляциогенных озёр Европейской части России и озёр Западной Европы на ранних этапах формирования представлены немногочисленными остатками северных видов. Увеличение таксономического разнообразия отмечается в среднем голоцене, его пик приходится на период голоценового оптимума.

2. При всём разнообразии ветвистоусых ракообразных и их остатков в донных отложениях гляциогенных озёр Европейской части РФ, лишь два таксона – *Chydorus* cf. *sphaericus* и *Bosmina* (*Eubosmina*) cf. *longispina*, являлись доминантами в исследованных тафоценозах Cladocera, и их смена свидетельствует о перестройках, проходивших в экосистемах в соответствующее время.

3. Эфиппиумы *Ceriodaphnia* spp. Европейской части РФ могут быть идентифицированы до уровня вида.

Степень достоверности и апробация результатов. Автором применялись общепринятые методы отбора и обработки материала (Frey, 1988; Korhola, Rautio, 2001; Смирнов, 1979). Идентификация остатков велась по современным определителям ветвистоусых ракообразных, отражающим нынешний уровень систематики (Котов и др., 2010; Kotov et al., 2016), и по общепризнанным определительным ключам субфоссильных остатков ветвистоусых ракообразных из европейских водоёмов (Szeroczyńska, Sarmaja-Korjonen, 2007), также с использованием самых современных публикаций по экологии и таксономии отдельных групп Cladocera ведущих российских и зарубежных карцинологов (Коровчинский, 2004; Kotov, 2016; Van Damme, Nevalainen, 2019 и др.). Результаты работы были представлены на всероссийских и международных конференциях, симпозиумах, школах молодых ученых, среди которых «Палеолимнология Северной Евразии» (г. Петрозаводск, 2014; г. Якутск, 2016, г. Казань, 2018), «XVI Всероссийское микрорепалеонтологическое совещание» (г. Калининград, 2015 г.), «XIV Рабочая встреча по изучению субфоссильных Cladocera» (Левико Терме, Италия, 2016 г.), Всероссийская научная конференция «Пути эволюционной географии», посвящённая памяти профессора А. А. Величко (Москва, 2016 г.), Международная конференция «Водные ресурсы: изучение и управление» (лимнологическая школа-практика) (Петрозаводск, Карелия, 2016 г.), «7-я Международная Научная геоконференция SGEM» (Албена, Болгария, 2017), «Неделя

Арктического научного саммита» (Прага, Чехия, 2017 г.), III Всероссийский молодежный научный форум «Наука будущего – наука молодых» (Нижний Новгород, 2017 г.), «Генеральная Ассамблея Европейского Союза Наук о Земле» (Вена, Австрия, 2018 г.), «8-я Международная Научная геоконференция «SGEM» (Албена, Болгария, 2018), «Актуальные проблемы изучения ракообразных» (Борок, Ярославская область, 2018 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 30 работ, в том числе 12 статей в рецензируемых журналах, 12 из которых рекомендованы ВАК, 7 из них включены в WoS, 10 – в базу данных Scopus.

Структура и объём диссертации. Содержание диссертации изложено на 206 страницах машинописного текста, основной текст изложен на 179 листах, приложение – на 27 листах. Основной текст состоит из введения, четырёх глав, заключения, выводов, списка работ, опубликованных по теме диссертации, списка литературы. Библиографический список содержит 259 источников, в том числе 175 – на иностранных языках. Текст проиллюстрирован 43 рисунками и 11 таблицами, из них 12 рисунков и 1 таблица вынесены в приложения.

Благодарности. Выражаю искреннюю благодарность своему научному руководителю Ларисе Александровне Фроловой за помощь в подготовке диссертации, ценные советы и замечания, наставничество в идентификации остатков Cladocera и интерпретации результатов исследования, а также организацию стажировок и консультаций у лучших практиков в области карцинологии. Благодарю НИЛ палеоклиматологии, палеоэкологии, палеомагнетизма ИГиНГТ К(П)ФУ за предоставленную материально-техническую базу и возможность представить результаты исследований на многочисленных научных мероприятиях всероссийского и международного уровней. Благодарю всех сотрудников лаборатории за участие в полевых выездах, всестороннюю помощь и участие в работе. Особую благодарность выражаю Алексею Алексеевичу Котову за оказанную поддержку, ценные консультации в области морфологии и систематики ветвистоусых ракообразных. Благодарю Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН (ИВПС КарНЦ РАН) и всех участников совместных экспедиций в Карелии, в особенности Дмитрия Александровича Субетто, Наталью Александровну Белкину, Максима Сергеевича Потахина, за их вклад в организацию и проведение экспедиций, а также совместную работу по анализу полученных результатов. Отдельная благодарность сотрудникам Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена и Геологического института Кольского научного центра РАН (ГИ КНЦ РАН) за предоставленные образцы донных отложений. Искренне благодарю Институт проблем экологии и эволюции имени А. Н. Северцова РАН за возможность пройти обучение новому методу и предоставленный материал для исследования. Выражаю отдельную благодарность Анне Николаевне Неретиной за помощь в подготовке микрофотографий эфиппиумов *Ceriodaphnia* sp., выполненных с применением сканирующей микроскопии.

Благодарю Игоря Васильевича Аськеева, Артура Олеговича Аськеева и Олега Васильевича Аськеева за помощь в статистической обработке данных. Также благодарю своих родных и близких за оказанную помощь и поддержку при написании диссертации. Работа выполнялась в рамках Программы повышения конкурентоспособности К(П)ФУ, а также при финансовой поддержке грантов РФФИ (№ 17-34-50129 мол_нр, №16-35-50067 мол_нр, № 18-35-00328 мол_а), Гранта Правительства Республики Татарстан «Алгарыш» №73-05-280715 и стипендии Правительства Российской Федерации (Приказ Минобрнауки РФ №244 от 16 марта 2016г.).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **ВВЕДЕНИИ** обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи, отражены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, представлены основные положения, выносимые на защиту, изложена структура диссертации.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В разделе 1.1 представлены сведения о роли евразийского ледяного щита в формировании современного рельефа, характере и скорости дегляциации. В разделах 1.2 – 1.3 приведена актуальная информация о видовом разнообразии, географическом распространении и экологии Cladocera. Приведены данные о применении тафоценозов Cladocera озёр в палеореконструкциях, сохранности остатков Cladocera, их идентификации, степени изученности состава Cladocera донных отложений озёр России, относящихся к периоду неоплейстоцена – голоцена. Установлено, что тафоценозы Cladocera всего девяти озёр России можно отнести к категории исследованных: оз. Карасье (Ласточкин, 1949), оз. Нарское (Полецкое), оз. Неро, оз. Глубокое, оз. Белое и оз. Святое (Косинские озера), оз. Онежское (Смирнов, 2010), оз. Ванкавад (Sarmaja-Korjonen et al., 2003), оз. Межгорное (Kultti et al., 2003) (Рис.1). В разделе 1.4 рассмотрена перспективность применения признаков эфиппиумов для идентификации представителей ряда групп Cladocera, в частности – эфиппиумов *Ceriodaphnia* Dana, 1853 (Cladocera: Daphniidae).

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

2.1. Полевые работы и лабораторная обработка проб

Материалом диссертации послужили 336 проб донных отложений из 11 озер Европейской части России. Автор лично принимал участие в сборе материала в 2016 и 2017 гг. Донные отложения отбирались сотрудниками К(П)ФУ (Харбейские озера, оз. Рубское, оз. Плещеево) в рамках совместных экспедиций с сотрудниками ИВПС КарНЦ РАН, университета Тарту (Эстония), РГПУ им. А.И. Герцена (оз. Гахкозеро, оз. Малое Шиброзера, оз. Южное Хаугилампи, оз. Медведевское), а также были предоставлены сотрудниками ГИ КНЦ РАН (оз. Антюх-

Ламбина). Отбор колонок грунта производили в большинстве своем с центральной части водоёма. Образцы подготавливали для исследования в НИЛ палеоклиматологии, палеоэкологии, палеомагнетизма К(П)ФУ по методике, впервые предложенной Д. Фрайем (Freu, 1986) и Б. Хэнн (Hann, 1989), а позднее усовершенствованной А. Корхойлой и М. Раутио (Korhola, Rautio, 2001). Растворение карбонатов, содержащихся в пробе, производили уксусной кислотой.



Рис. 1. Карта-схема расположения озёр Европейской части РФ, тафоценозы Cladocera которых были исследованы (данные автора и литературные источники: Кордэ, 1960; Korde, 1972; Смирнов, 1978; Шляхова, 1987; Kultti et al., 2003; Sarmaja-Korjonen et al., 2003; Смирнов, 2010; Назарова и др., 2014; Kosareva et. al., 2017; Жаров, 2018; Жаров, неопубликованное; Frolova et.al., 2019; Lenz et.al., 2020; Фролова и др., в печати).

Отфильтрованную суспензию окрашивали сафранино-спиртовым раствором. Пробы просматривали под световыми стереомикроскопами Axiostar Plus Carl Zeiss и Carl Zeiss Axio Lab A1 при увеличении x100–400. При подсчёте остатков карапаксов за один экземпляр Cladocera принимали две обнаруженные в грунте створки раковины. В каждом образце идентифицировали не менее 100 экземпляров остатков Cladocera, образцы с меньшим содержанием остатков были исключены из статистического анализа. Идентификацию остатков проводили по различным

хитиновым структурам Cladocera (карапаксам, головным щитам, постабдоменам, постабдоминальным коготкам, покоящимся яйцам (эфиппиумам), мандибулам и т.д.) с применением современных определителей ветвистоусых ракообразных, отражающих нынешний уровень систематики (Котов и др., 2010; Kotov et al., 2016), общепризнанных определительных ключей субфоссильных остатков ветвистоусых ракообразных из европейских водоёмов (Szeroczyńska, Sarmaja-Korjonen, 2007), а также с использованием самых современных публикаций по экологии и таксономии отдельных групп Cladocera ведущих российских и зарубежных карцинологов (Коровчинский, 2004; Kotov, 2016; Van Damme, Nevalainen, 2019 и др.). Все обнаруженные остатки Cladocera определяли до вида, группы видов или только до уровня рода, при наличии проблем с идентификацией. Эколого-фаунистическая характеристика выявленных видов кладоцер описана на основе определителей (Коровчинский, 2004; Смирнов, 2010; Orlova-Bienkowskaja, 2001 и др.) и базы данных, предложенной А.А. Котовым с соавторами (Kotov et al., 2013).

Для изучения структуры эфиппиумов *Ceriodaphnia* spp. использовали пробы из личных коллекций А. А. Котова и Н. Н. Смирнова, которые были ранее отобраны в центрально-северной европейской части России с использованием небольших планктонных сеток (с размером ячеек 50 мкм) и фиксированы 2 – 4% раствором формальдегида или 96% раствором этилового спирта (Котов, 2013). Морфологию эфиппиумов исследовали под микроскопом Olympus BX41 (Olympus Corporation, Япония), оснащённым цифровой камерой INFINITY, и сканирующим электронным микроскопом CamScan MV 2300 (TESCAN Brno s.r.o., Чехия). Для сканирующей электронной микроскопии эфиппиальных самок лиофилизировали в системе Labconco 1L (Labconco, США) (см. Котов, 2013). Высушенных особей наклеивали на алюминиевые столики, напыляли золотом при помощи вакуумной напылительной установки S150A Sputter Coater (Edwards, Великобритания) методом ионного распыления и исследовали под сканирующим электронным микроскопом при ускоряющем напряжении 20 кВ.

2.2. Статистическая обработка результатов исследования и их анализ

Анализ изменения разнообразия биотических групп ветвистоусых ракообразных выполнен с использованием индексов, определяющих степень видового богатства, разнообразия и доминирования сообществ: индекса Шеннона–Уивера и индекса выравненности экологических групп Пиелу. Величину попарного сходства таксономического состава озёр оценивали по коэффициенту Жаккара и индексу общности Чекановского–Съёренсена. Для выделения классов доминирования по численности использована шкала Любарского. Статистический и стратиграфический анализы выполнены в программах C2 С. Джаггенса (Juggins, 2007) и PAST (version 3.26, Hammer et al., 2001), фаунистические зоны выделены с помощью кластерного анализа CONISS программы TILIA version 2.0.b.4 (Grimm, 2004).

ГЛАВА 3. РЕГИОН ИССЛЕДОВАНИЯ

В разделах главы представлена описательная характеристика исследованных озёр и региона исследования, включающего Большеземельскую тундру, территорию Кольско-Карельской провинции (Заонежский полуостров, Западно-Карельская возвышенность, Карельский перешеек, Кольский полуостров) и центральную часть Восточно-Европейской равнины (Ивановская область, Ярославская область).

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

4.1. Тафоценозы Cladocera озёр Европейской части России

Кладоцерный анализ Харбейских озёр Большеземельской тундры.

В результате исследования коротких колонок донных отложений 4 озёр Харбейской системы – оз. Котово, оз. Большой Харбей, оз. Головка, оз. Километровое – было выявлено 24 таксона. Исследованные нами озёра Харбейской системы представляют собой водоёмы с развитой литоральной зоной. Стоит отметить, что число таксонов Cladocera в мелких озёрах выше по сравнению с крупными: в меньшем по размеру и неглубоком оз. Котово, где хорошо выражена мелководная зона, выше доля литоральных видов (*Alona affinis*, *A. quadrangularis*, *Acroperus harpae*, *Alonopsis elongata*). В донных отложениях озёр Километровое и Головка, расположенных севернее оз. Большой Харбей и в некотором удалении от него, на протяжении всей колонки отмечается доминирование *Chydorus cf. sphaericus*, развитие которого может свидетельствовать об эвтрофикации. Увеличение доли индикаторного таксона происходит в последние десятилетия во всех исследованных озёрах Харбейской системы. Кладоцерный анализ донных отложений озёр Харбейской системы указывает на начальные этапы эвтрофикации, вызванные протаиванием многолетнемёрзлых пород (ММП) и поступлением органического материала в озёра (Ibragimova et al., 2018), что подтверждается исследованиями ММП на территории Большеземельской тундры: повышение температуры достигло критических значений, что привело к формированию новых несквозных таликов, а также к углублению уже существующих (Анисимов, 2012). Результаты кладоцерного анализа Харбейской системы озёр подтверждаются данными палинологического и хирономидного анализов оз. Большой Харбей. Увеличение содержания спор папоротников и сфагнума в палиносpectрах оз. Большой Харбей может свидетельствовать о заболачивании озера, а согласно результатам хирономидного и кладоцерного анализов – о расширении литоральной зоны, распространении водной и прибрежно-водной растительности при общем потеплении климата (Назарова и др., 2014).

Тафоценозы Cladocera пяти озёр Кольско-Карельской провинции.

Исследованные тафоценозы Cladocera озёр Кольско-Карельской провинции отличаются таксономическим разнообразием (оз. Гахкозеро – 40 таксонов, оз. Малое Шиброзера – 37, оз.

Медведевское – 36, оз. Южное Хаугилампи – 35, оз. Антюх-Ламбина – 36). Донные отложения, относящиеся к периоду раннего дриаса, содержат остатки холодолюбивых видов, что весьма характерно для формирования фауны в послеледниковый период (Golden, 1969) (Рис. 2). В пребореальный период (10300–9300 л. н.) тафоценозы Cladocera озёр Кольско-Карельской провинции бедные, по-прежнему преобладают северные таксоны, толерантные к неблагоприятным условиям среды (*C. cf. sphaericus*, *Bosmina (Eubosmina) cf. longispina*, *Alonella nana*, *Acroperus harpae*). В озёрах Карелии переход в бореальный период ознаменовался резким увеличением доли пелагического таксона *B.(E.) cf. longispina*. Происходит постепенное увеличение количества таксонов в тафоценозах Cladocera благодаря развитию литорального комплекса. В озере Медведевское отмечается увеличение доли *C. cf. sphaericus* и развитие *Alonella excisa*, ассоциируемого с мягкими и более продуктивными условиями среды (Catalan et al., 2009). На стратиграфических диаграммах исследованных озёр Кольско-Карельской провинции атлантический период выделяется активным развитием *B.(E.) cf. longispina*. В этот период во всех озёрах отмечается наибольшее видовое разнообразие, что позволяет говорить о кладоцерном температурном оптимуме. Повсеместно увеличивается значимость крупных литоральных форм *Camptocercus rectirostris*, *Eurycercus* sp. при одновременном развитии мелкой формы – *Alonella nana*. В суббореальный период в озёрах Кольско-Карельской провинции отмечается уменьшение доли *B. (E.) cf. longispina* с увеличением значимости *C. cf. sphaericus*. Субатлантический период характеризуется увеличением доли холодноводных видов (*B. (E.) cf. longispina*, *A. affinis*) и видов, толерантных к ацидофильным условиям среды (оз. Медведевское).

Cladocera донных отложений двух озёр центральной части Восточно-Европейской равнины.

Количество таксонов Cladocera донных отложений озера Плещеево выше (44 таксона), чем в озере Рубское (38 таксонов). Нижняя часть колонки донных отложений озера Рубское (11000 – 7500 кал. л.н.) характеризуется преобладанием видов–обитателей открытой литорали – *Leydigia leydigi*, *Pleuroxus uncinatus*, *Paralona pigra*, *Chydorus gibbus*, *Pseudochydorus globosus*, *Alona guttata/ Coronatella rectangula* (Hann, 1989; Korhola, Rautio, 2001), что свидетельствует о мелководности озера на начальном этапе его формирования. В период 10000–5200 кал. л.н. отмечается наибольшее таксономическое разнообразие Cladocera в оз. Рубское, после чего, вероятно, экосистема озера претерпевает изменения, вызванные увеличением площади пелагической части. Нижняя часть колонки ледниково-карстового озера Плещеево, соответствующая возрасту 6000–5500 кал. л.н., представлена как палеарктическими видами, толерантными к неблагоприятным условиям среды, так и видами, предпочитающими тёплые воды, отличается доминированием пелагической фауны. Суббореальный период (5300–2600 кал. л.н.) в стратиграфической диаграмме озера Рубское характеризуется сменой доминирующего комплекса

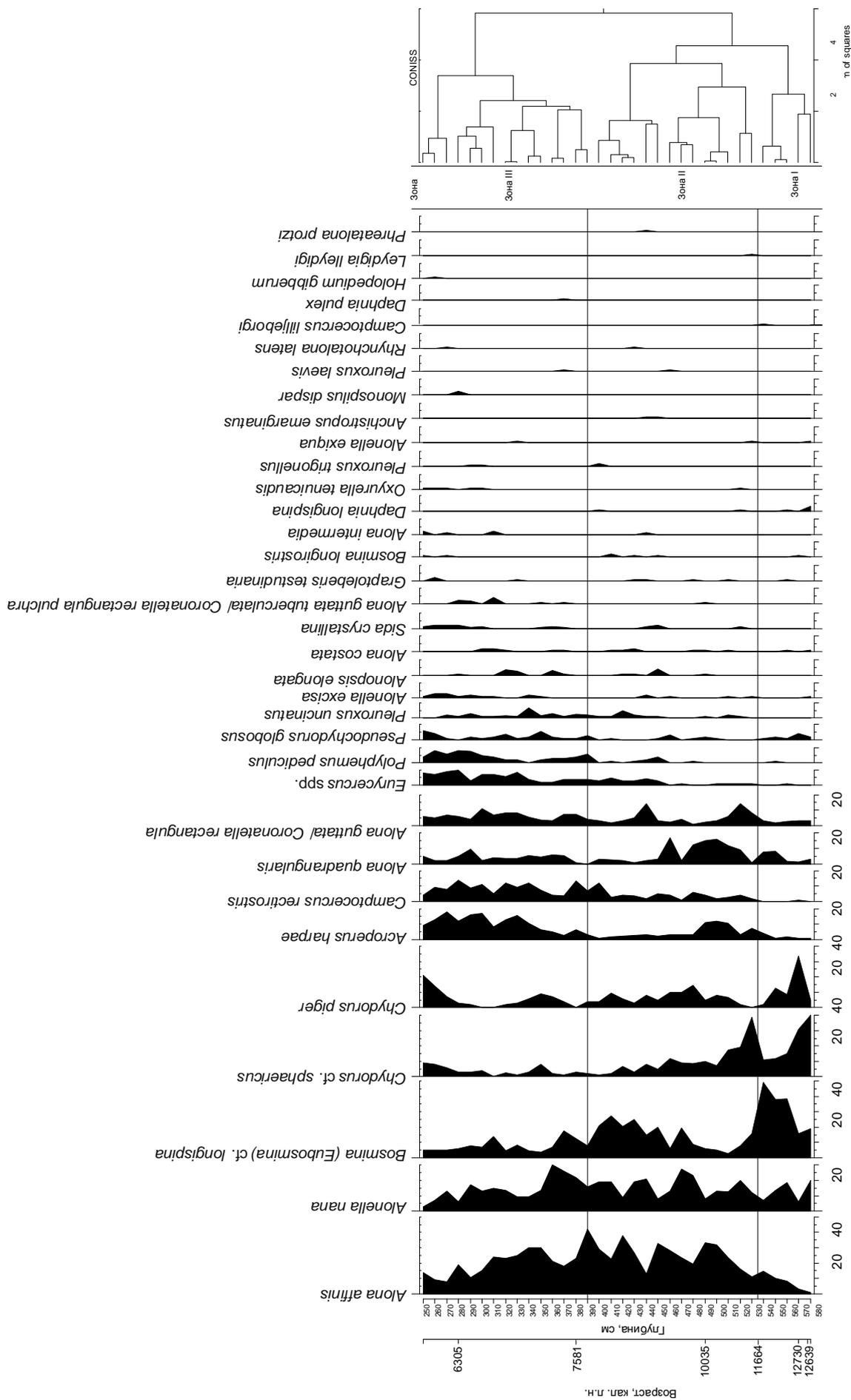


Рис. 2. Тафоценоз Сладосета донных отложений озера Южное Хаугилампи (63°33'13.4"N, 33°20'15.7"E), Кольский полуостров.

в тафоценозе Cladocera: отмечается переход от доминирования *C. cf. sphaericus* к субдоминированию пелагической *B. (E.) cf. longispina*. В озере Плещеево также отмечается снижение таксономического разнообразия, уменьшение доли литоральных видов сопровождается увеличением доли пелагических таксонов Cladocera. Значительное похолодание и увлажнение территории произошло в среднесубатлантическое время, около 1700–1500 кал. л.н. (Новикова, 2011). В донных отложениях озера Плещеево в верхней части стратиграфической диаграммы не фиксируются остатки *C. cf. sphaericus*, при этом увеличение значимости *B. (E.) cf. longispina* отмечается в обоих исследованных озёрах центральной части Восточно-Европейской равнины. В верхней части колонки донных отложений оз. Плещеево отмечается замена олиготрофного таксона *B. (E.) cf. longispina* на мезотрофную форму – *Bosmina coregoni* с одновременным увеличением доли *C. cf. sphaericus*, ассоциируемого в позднем голоцене с эвтрофикацией, и представителей рода *Hyocryptus* sp., обитающих в условиях недостатка кислорода.

4.2. Сравнительный анализ исследованных тафоценозов Cladocera.

В донных отложениях 11 гляциогенных озёр Европейской части России идентифицированы представители 51 таксона Cladocera (40 видов, 11 групп видов), принадлежащие к 35 родам и 12 семействам. Более 2/3 из них относятся к литоральным таксонам. Установлено, что 20 таксонов Cladocera (13 видов, 7 групп видов) встречаются во всех исследованных нами озёрах (Рис. 3). Максимальное количество таксонов идентифицировано в тафоценозах озёр тайги (48 таксонов) и зоны смешанных лесов (47 таксонов), минимальное – в озёрах тундры (23 таксона). Стоит отметить, что 13 таксонов из 51 являются редкими и были обнаружены нами в небольших количествах. В роли абсолютных доминантов могут выступать два таксона – *B. (E.) cf. longispina* и *C. cf. sphaericus*, субдоминантами являются *Alona affinis*, *Alonella nana*, *Acroperus harpae*. В 5 из 11 озёр выявлено абсолютное доминирование / доминирование *B. (E.) cf. longispina*, в 4 исследованных озёрах пелагический таксон выполнял роль субдоминанта. *C. cf. sphaericus* являлся абсолютным доминантом в 1 озере, в 3 озёрах выступал в роли субдоминанта. Изменения в распределении доминирующих таксонов Cladocera в донных отложениях исследованных озёр в позднем неоплейстоцене – голоцене наглядно представлены на рисунке 4. В связи с тем, что донные отложения озер Харбейской системы представлены короткими колонками, охватывающими возраст около 150 лет, данные по озёрам Большеземельской тундры не представлены на схеме корреляции исследованных колонок. Кладоцерные сообщества послеледниковых отложений всех исследованных гляциогенных озёр Европейской части России отличаются небольшим числом таксонов и представлены видами-пионерами. Согласно индексам Жаккара и Чекановского-Сьеренсена исследованные гляциогенные озёра Кольско-Карельской провинции и центральной части Восточно-Европейской равнины являются наиболее сходными по видовому составу Cladocera.

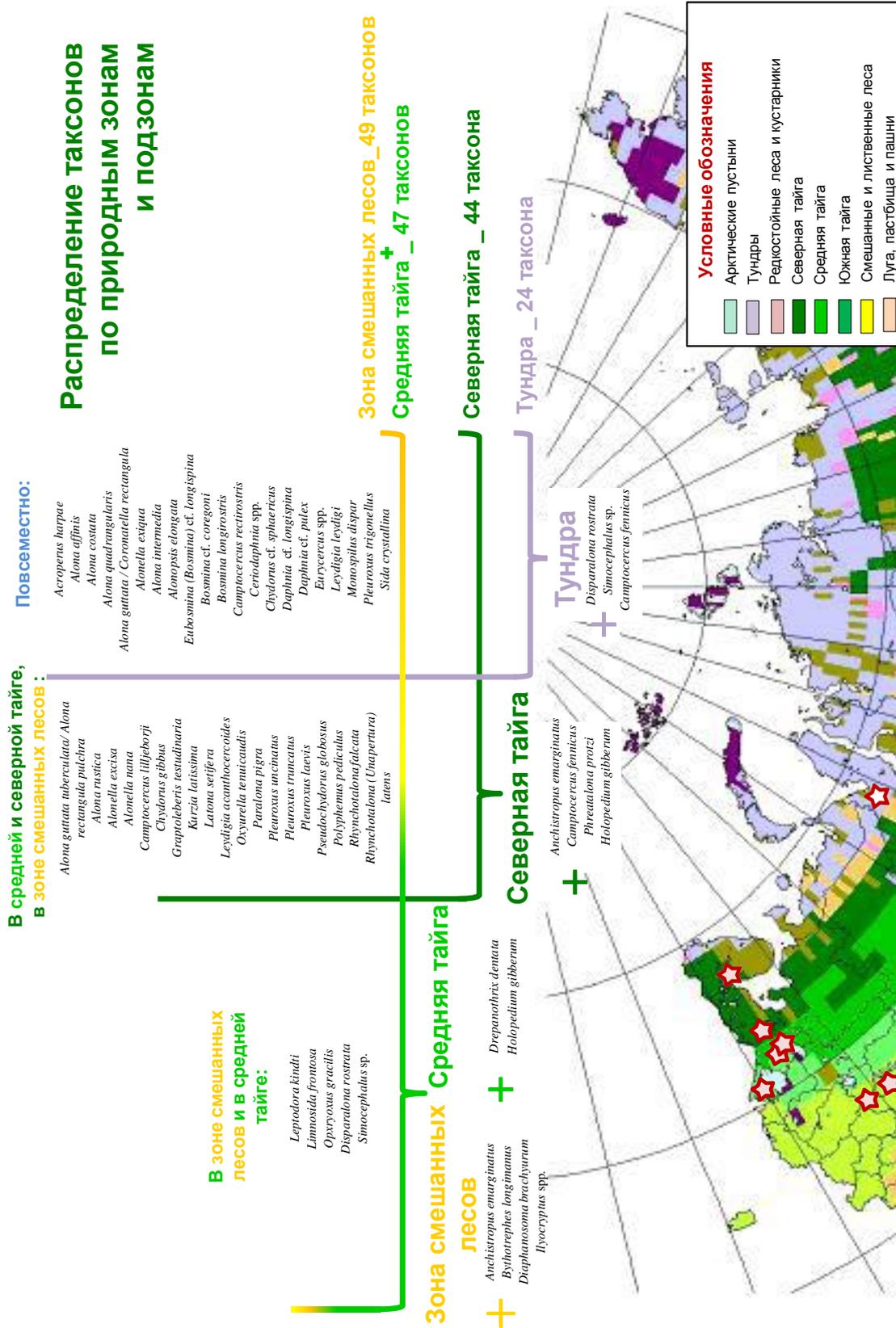


Рис. 3. Распределение таксонов по природным зонам и подзонам Европейской части России (Карта из <http://biodat.ru/doc/lib/moiseev1.htm> с изменениями) по данным кладоцерного анализа донных отложений исследованных глициогенных озёр.

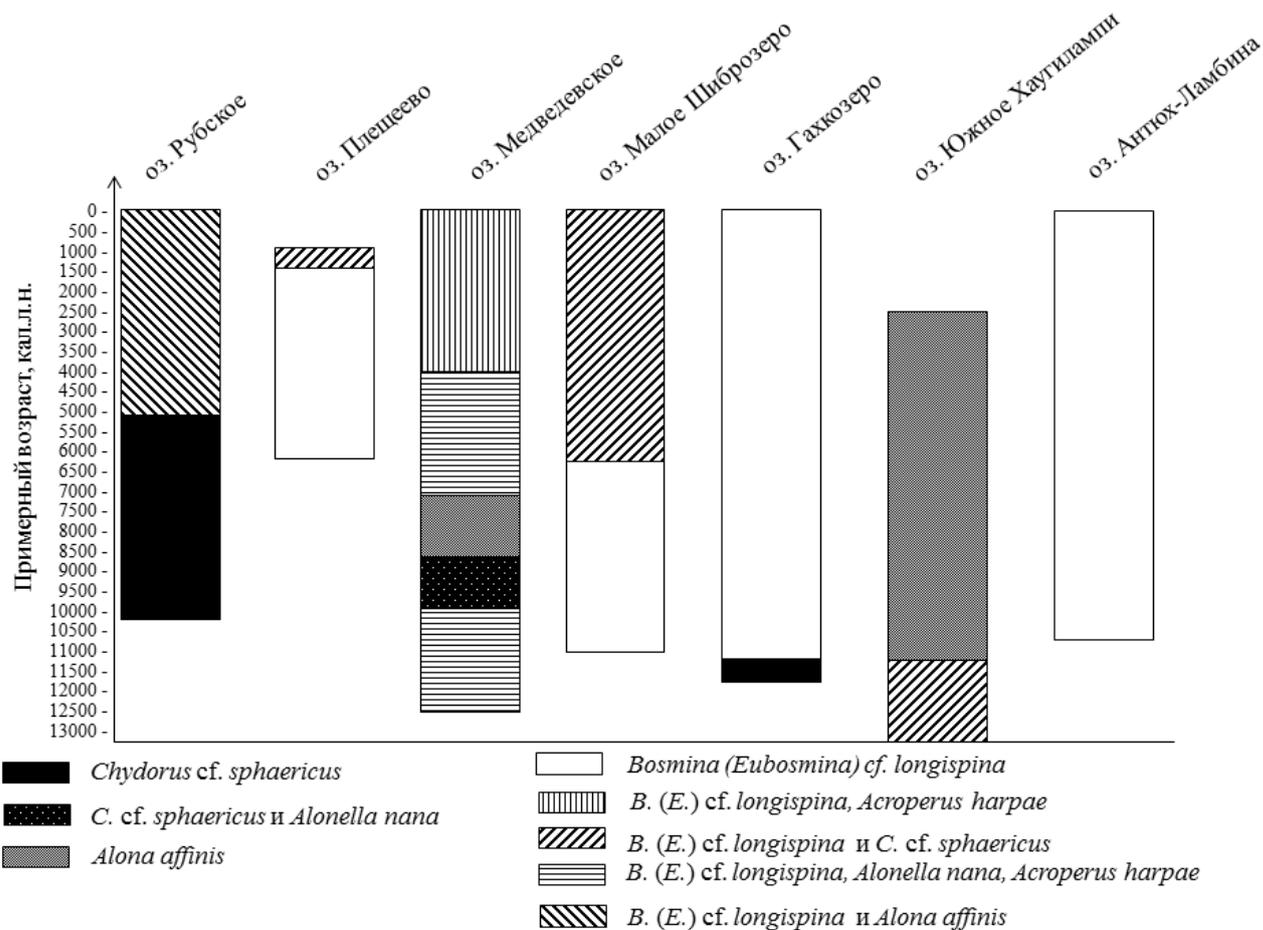


Рис. 4. Схема корреляции изученных колонок донных отложений гляциогенных озёр Европейской части России в позднем неоплейстоцене – голоцене и изменения доминирующих комплексов Cladocera в них.

4.3. Особенности изменений в составе тафоценозов Cladocera, отмеченные на территории Западной Европы и Европейской части России

В позднем дриасе Беломорский и Ладожский водоёмы достигают максимума в своем размере, в связи с чем отмечается трансгрессия озёр Западной Европы и северо-запада России (Субетто, 2009; Новик, 2010; Milecka et al., 2011; Zawiska et al., 2015; Zawiska et al., 2016). В пребореальном периоде увеличение уровня воды и развитие тепловодных таксонов Cladocera отмечаются в озёрах северной и западной Германии, центральной и северо-восточной Польши (Смирнов, 2010; Szeroczyńska, 2019), северной Финляндии (Korhola, Rautio, 2001), северо-запада России (Субетто, 2009). После крупной перестройки гидрографической сети, случившейся на рубеже позднего неоплейстоцена и голоцена около 11000 кал. л.н. на территории Северной Европы, произошел спуск крупных пресноводных приледниковых бассейнов с дальнейшим снижением уровня озёр. Регрессия стала синхронным событием для ряда регионов, где получили распространение крупные приледниковые бассейны (Цит. по: Субетто, 2009), например северо-запад России (оз. Южное Хаугилампи, Кольско-Карельская провинция), озёра южной Финляндии

(Цит. по: Субетто, 2009). Циркуляция воздушных масс на северо-западе России была сильнее подвержена влиянию Скандинавского ледникового щита и вечной мерзлоты в отличие от Западной Европы, благодаря чему распространение североатлантических воздушных масс на её территории произошло только около 10 000–9 000 кал. л.н., когда Скандинавский ледниковый щит окончательно разрушился (Цит. по: Субетто, 2009). В бореальном периоде по данным анализа тафоценозов *Cladocera* Кольско-Карельской провинции России (Ibragimova et al., 2016, 2017 a, b), а также исследованиям субфоссильных кладоцерных сообществ озёр Великобритании, центральной и южной Польши (Цит. по: Смирнов, 2010) отмечается значительное потепление и увеличение уровня озёр. В атлантическом периоде отмечается увеличение доли *Bosmina* в озёрах южной Финляндии, южной Швеции, центра Европейской части России (Смирнов, 2010; Ибрагимова и др., 2019). После 5700–5500 кал. л.н. на фоне общего тренда к похолоданию климата происходили четко выраженные потепления и похолодания второго порядка (Цит. по: Новенко, 2016), идентифицируемые в тафоценозах *Cladocera* присутствием как северных видов, так и тепловодных форм. После 4000 кал. л.н. отмечается возрастание эффективного увлажнения и, как следствие, увеличение уровня озёр, развитие пелагической фауны озёр Польши (Zawiska et al., 2013; Szeroczyńska, 2019), Норвегии (Zawiska et al., 2017; Jensen et al., 2019), Финляндии (Nevalainen et al., 2008, 2019; Korhola, Rautio, 2001), Европейской части России (Глезер и др., 1974; Ильяшук и др., 2007; Ibragimova et al., 2016; 2017 a, 2017 b; Ибрагимова и др., 2019). Увеличение доли *Bosmina longirostris* в позднем голоцене является классическим примером эвтрофикации (Korhola, Rautio, 2001). Такие изменения отмечаются в ряде озёр Польши (Zawiska et al., 2013; Zawiska et al., 2016; Szeroczyńska, 2019), в озёрах Финляндии (Szeroczyńska, 2011), Венгрии (Korponai et al., 2012), Германии (Korhola, Rautio, 2001). Увеличение доли *B. longirostris* отмечается и в исследованном нами озере Плещеево (Ярославская область), в котором отмечаются явные признаки эвтрофикации.

4.4. Влияние содержания органического вещества на распределение *Cladocera* в озёрах Кольско-Карельской провинции

Согласно данным о потере при прокаливании (ППП), полученным при исследовании пяти озёр Кольско-Карельской провинции, установлено, что *Alona affinis*, *A. quadrangularis* и *Camptocercus rectirostris* увеличивают свою численность по мере увеличения содержания органических веществ, тогда как *Chydorus* cf. *sphaericus* и *Eubosmina* (*Bosmina*) cf. *longispina* активно развиваются при низком его содержании (Рис. 5).

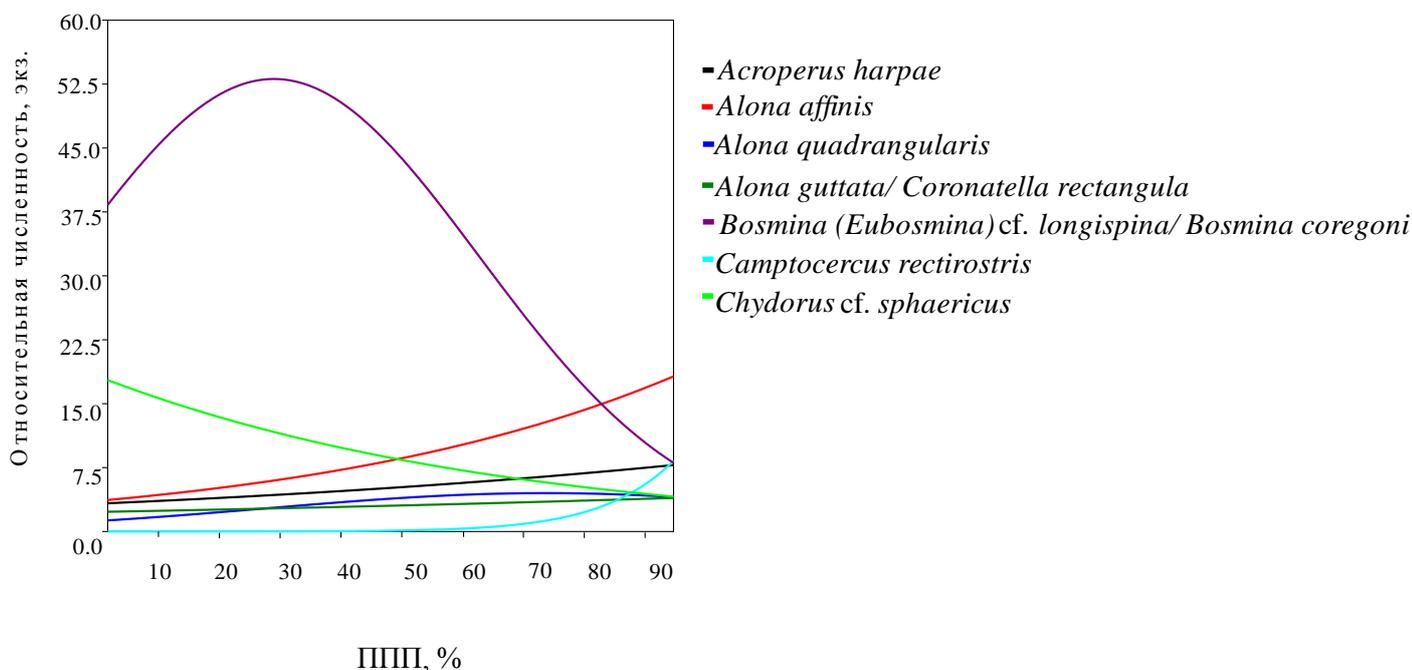


Рис. 5. Зависимость относительной численности некоторых таксонов Cladocera от содержания органического вещества в исследованных озерах Кольско-Карельской провинции.

4.5. Эколого-фаунистическая характеристика доминантов и редких видов Cladocera исследованных озёр

В разделе представлены объединенные литературные данные об эколого-фаунистической характеристике доминантов и редких видов Cladocera исследованных озёр. Описаны находки остатков вида *Rhynchotalona latens*, ранее не обнаруженного на территории России. Впервые для территории Кольско-Карельской провинции в составе кладоцерных сообществ отмечен вид *Phreatalona protzi*. Вид имеет широкий диапазон встречаемости, однако ввиду специфических экологических предпочтений и непосредственной связи с подземными водами, вид встречается редко (Van Damme et al., 2009). На территории России находки *P. protzi* единичны (Frolova et. al., 2019). Приведены фотографии субфоссильных остатков редких находок Cladocera в донных отложениях исследованных гляциогенных озёр Европейской части России (Рис. 6).

4.6. Анализ Cladocera донных отложений как дополнение стандартного гидробиологического анализа

На примере оз. Плещеево, оз. Гахкозеро и оз. Котово продемонстрирована возможность использования кладоцерного анализа в дополнение стандартного гидробиологического анализа. Согласно предыдущим исследованиям таксоценоз Cladocera оз. Плещеево формируют 37 видов (Экосистема озера Плещеево, 1989), тогда как в донных отложениях озера идентифицировано 43 таксона. Еще более информативным стал кладоцерный анализ для озера Гахкозеро Заонежского полуострова. Согласно данным о современном зоопланктоне в озере обитают 13 таксонов Cladocera (Куликова, 2005), тогда как в донных отложениях озера Гахкозеро идентифицировано 40 таксонов.

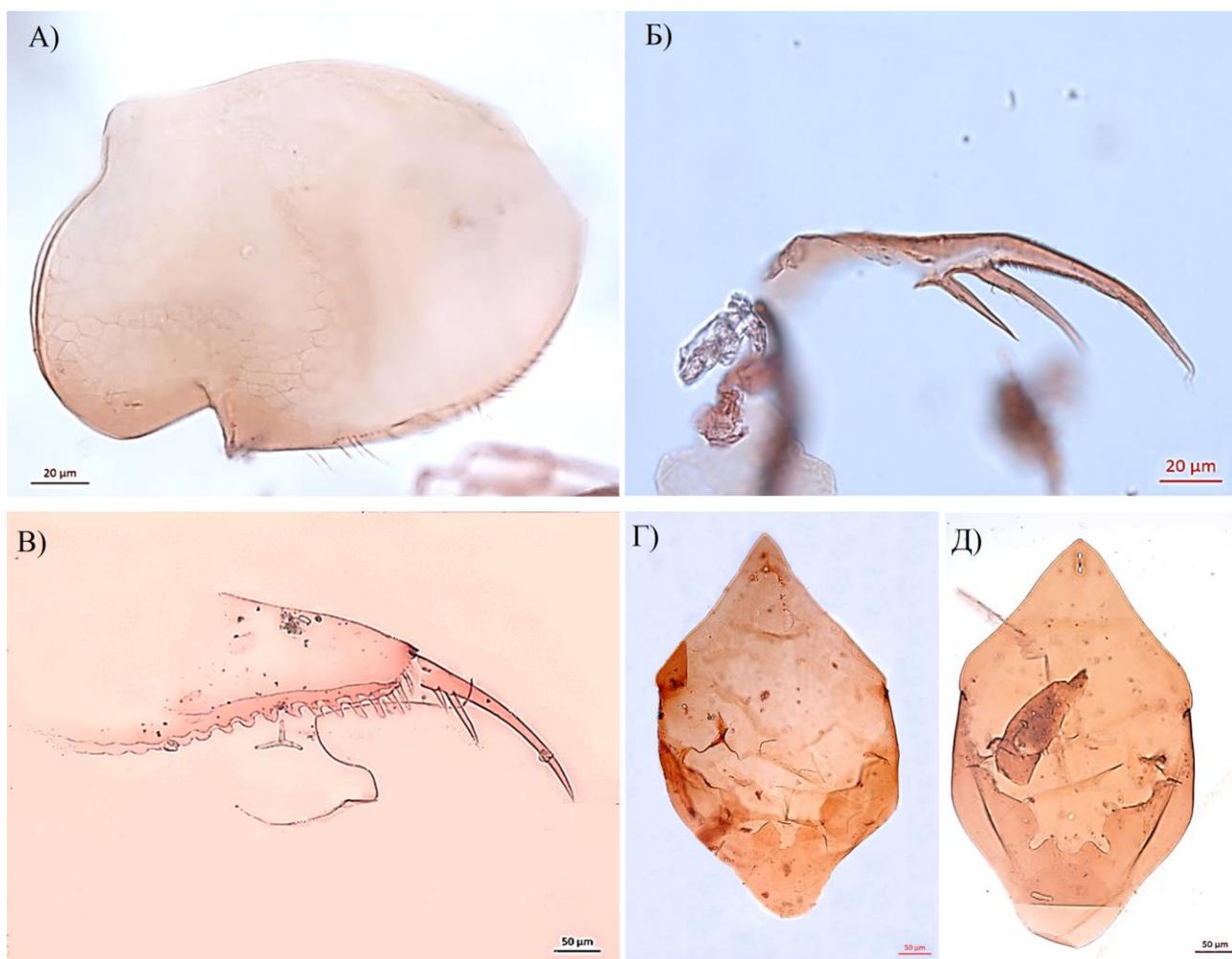


Рис. 6. Остатки отдельных видов Cladocera, редко встречаемых в донных отложениях, и редкие находки: А – карапакс *Anchistropus emarginatus*; Б – постабдоменальный коготок *Latona setifera*; В – постабдомен *Ophryoxus gracilis*; Г – абберрация головного щита *Alona affinis* (одна пора); Д – нормальный головной щит *A. affinis* (две поры).

Другим случаем выявления таксонов, ранее не выявленных при использовании стандартных гидробиологических методик, является находка *Camptocercus rectirostris* Schödler 1862 в поверхностных донных отложениях оз. Котово (Фролова, Ибрагимова. 2015), который не был выявлен в составе зоопланктонных проб Харбейских озер, но ранее был отмечен в составе рецентных донных отложений оз. Б. Харбей (Фролова Л.А. и др., 2014; Назарова и др., 2014). Кроме того, в фаунистических списках зоопланктона не указывается вид *Alona quadrangularis*, присутствующий на протяжении всей колонки донных отложений озера Котово (Ибрагимова, 2018).

4.7. Идентификация эфиппиумов *Ceriodaphnia* spp.

Первые попытки различать рода *Ceriodaphnia*, основываясь на особенностях эфиппиумов, были сделаны в 70-80х годах 20 века (Bottrell & Newsome, 1976; Berner, 1985; Moritz, 1988; Greenwood et al., 1991). Наиболее интенсивное исследование с использованием растрового

электронного микроскопа было проведено Jaksch (1992) для австрийских таксонов. Но до настоящего времени не было предложено никакого ключа для идентификации *Ceriodaphnia* на основе морфологии их эфиппиумов. Совместно с коллегами из ИПЭЭ РАН проведена работа по созданию определительного ключа для рода *Ceriodaphnia* на основе проб современного зоопланктона Европейской части России. Идентификация проводится на основе особенностей формы и поверхностной структуры их эфиппиумов, скульптуры области локуса яйца, которые отмечаются как при изучении эфиппиумов с применением сканирующей электронной микроскопии, так и при анализе под световым микроскопом (Рис. 7).

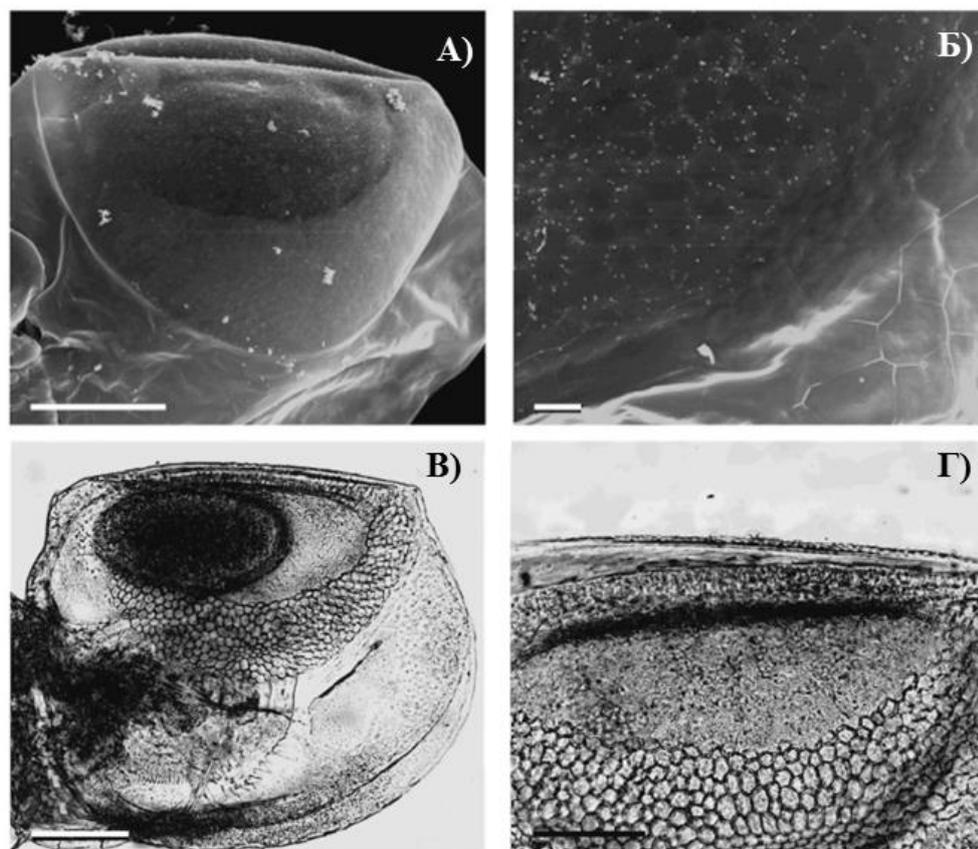


Рис. 7. Эфиппиумы *Ceriodaphnia pulchella*: современный эфиппиум под сканирующим (А–Б) и световым микроскопами (В–Г).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках проведенных исследований впервые приведена и систематизирована информация об изменениях в тафоценозах *Cladocera* ряда гляциогенных озер Европейской части России. Выявлены общие тенденции в изменении тафоценозов *Cladocera* гляциогенных озёр Европейской части России и Западной Европы в голоцене. Проанализирована зависимость обилия ряда таксонов от содержания органического вещества. В целях более детальной интерпретации полученных результатов необходимо провести дополнительные исследования донных отложений озер Европейской части России с применением *Cladocera* и других биоиндикаторов.

ВЫВОДЫ

1. В донных отложениях 11 гляциогенных озёр Европейской части России идентифицированы представители 51 таксона (40 видов, 11 групп видов) Cladocera, принадлежащих к 35 родам и 12 семействам. Более 2/3 из них относятся к литоральным таксонам. В роли абсолютных доминантов тафоценозов Cladocera исследованных озёр выступают только два таксона – *Chydorus* cf. *sphaericus* и *Bosmina* (*Eubosmina*) cf. *longispina*, субдоминантами являются *Alona affinis*, *Alonella nana*, *Acroperus harpae*.

2. Представители 20 таксонов (13 видов, 7 групп видов) выявлены во всех 11 исследованных гляциогенных озёрах Европейской части России. Максимальное количество таксонов Cladocera идентифицировано в тафоценозах озёр тайги (48 таксонов) и зоны смешанных лесов (47 таксонов), минимальное – в озёрах тундры (23 таксона).

3. Кладоцерные сообщества послеледниковых отложений (поздний неоплейстоцен – ранний голоцен (Гренландий, 11.7 – 8.3 тыс. лет)) исследованных гляциогенных озёр Европейской части России и озёр Западной Европы отличаются небольшим числом таксонов и представлены видами-пионерами, толерантными к холодному климату и низкому содержанию органического вещества. В раннеголоценовых отложениях ряда исследованных озёр идентифицированы остатки ледникового реликта *Rhynchotalona latens*, ранее не идентифицированного на территории России.

4. Наибольшее число таксонов Cladocera отмечается в слоях, богатых органикой. Установлено, что в донных отложениях озёр Кольско-Карельской провинции увеличивается доля *Alona affinis*, *Alona quadrangularis* и *Camptocercus rectirostris* при увеличении концентрации органического вещества.

5. Идентификация видов *Ceriodaphnia* возможна на основе признаков их эфиппиумов, которые выявляются как при их изучении с применением сканирующей электронной микроскопии, так и при их анализе под световым микроскопом, что позволило предложить определительный ключ для идентификации европейских видов рода по эфиппиумам.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве образования и науки Российской Федерации:

1. Nazarova L. "Palaeoecological and palaeoclimatic conditions in Karelian Isthmus (north-western Russia) during the Holocene: multi-proxy analysis of sediments from the Lake Medvedevskoe" / Nazarova L, Strykh L, Mayfield R, Frolova L, **Ibragimova A**, Grekov I, Subetto D. // University of Washington. Cambridge University Press. – 2020. – P. 1-19. Doi:10.1017/qua.2019.88

2. **Ибрагимова А. Г.** Тафоценоз ветвистоусых ракообразных озера Рубское (Ивановская область, Европейская часть Российской Федерации) / **Ибрагимова А. Г.**, Фролова Л. А., Косарева

Л. Р., Котов А. А., Нурғалиев Д. К. // Зоологический журнал. – 2019. – Том 98(8). – С. 854-864. DOI: 10.1134/S0044513419060060

3. Фролова Л. А. Палеоэкологические и палеоклиматические реконструкции карельского перешейка на основе изучения субфоссильных Cladocera озера Медведевское (Северо-запад России) / Фролова Л. А., **Ибрагимова А. Г.**, Субетто Д. А., Назарова Л. Б., Сырых Л.С. // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2018. – Т. 160, кн. 1. – С. 93–110. (Frolova L. A. Paleoeological and paleoclimatic reconstructions for the Karelian Isthmus based on the study of subfossil cladocerans from Lake Medvedevskoe (Northwest Russia) / Frolova L. A., **Ibragimova A. G.**, Subetto D. A., Nazarova L. B., Syrykh L. S. // Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki. – 2018. Vol. 160, no. 1. . – P. 93–110.

4. Kotov A. Identification of species from the genus *Ceriodaphnia* Dana, 1853 (Crustacea: Cladocera) based on the ephippium morphology: a case of European Russia / Kotov A., **Ibragimova A.**, Neretina A. // Zootaxa. Magnolia Press. – 2018. – 4527 (1). P. 105–123. <http://www.mapress.com/j/zt>

5. **Ibragimova A. G.** The changes in the composition of Cladocera community in bottom sediments of Lake Maloye Shirozero (Zaonezhsky Peninsula) as a consequence of shifts of environmental and climatic conditions / **Ibragimova A. G.**, Frolova L. A., Subetto D. A., Belkina N. A., Potakhin M. S. // IOP Publishing Limited. Conf. Series: Earth and Environmental Science. Vol. 107. – 2018. Doi :10.1088/1755-1315/107/1/012029

6. **Ibragimova A.** Cladocera remains in short cores from two small northern lakes (Bolshezemelskaya tundra, Russia) / **Ibragimova A.**, Frolova L., Tumanov O., Nazarova L. // 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference, SGEM 2018. Issue 4.2 Energy and Clean Technologies. Conference Proceedings. Vol.18. – 2018. – Albena, Bulgaria. – P. 373–380.

7. Frolova L. Climate and environmental reconstructions of Bolshezemelskaya tundra based on subfossil Cladocera remains from Kotovo lake (Kharbey sytem) / Frolova L., **Ibragimova A.** // 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference, SGEM 2017, Book 4. Energy and Clean Technologies. Conference Proceedings. – Vol. II. – 2017. – Albena, Bulgaria. – P. 383–391.

8. **Ibragimova A.** Subfossil Cladocera from boreal lake Gahkozero (The Republic of Karelia, Russia) as paleoenvironmental proxies / **Ibragimova A.**, Frolova L., Subetto D. // 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConference, SGEM 2017. Book 4, Energy and Clean Technologies, Conference Proceedings. – Vol.II. – 2017. Albena, Bulgaria. – P. 589–597.

9. Frolova L. A. Reconstruction of the history of a thermokarst lake in the Mid-Holocene based on an analysis of subfossil Cladocera (Siberia, Central Yakutia) / Frolova L. A., **Ibragimova A. G.**, Ulrich M., Wetterich S. // Contemp. Probl. Ecol. – 2017. – V. 10, No 4. – P. 423–430. (Фролова Л.А. Реконструкция истории термокарстового озера в среднем голоцене на основе анализа

субфосильных Cladocera (Сибирь, Центральная Якутия) / Фролова Л.А., **Ибрагимова А. Г.**, Ульрих М., Веттерих С. // Сибирский экологический журнал. – 2017. – № 4. – С. 487–497.)

10. **Ibragimova A. G.** M. Results of subfossil Cladocera (Branchiopoda, Crustacea) analyses from bottom deposits of Lake Antyukh-Lambina (Kola Peninsula, Murmansk region) / **Ibragimova A. G.**, Frolova L. A., Grekov I. M. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. –2016. – Vol. 7, №6. –P. 3201–3206.

11. Frolova L. Stratigraphy of Cladocera in a core from A Yamal Peninsula lake (Arctic Russia) / Frolova L., **Ibragimova A.**, Fedorova I. // Proceedings of 16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference, SGEM. Book 4. V. 2. Bulgaria: STEF92 Technology Ltd. – 2016. – P. 579–587.

12. Фролова, Л.А. Карцинологический анализ донных отложений озер Километровое и Котово Харбейской системы (Большеземельская тундра) / Фролова, Л.А., **Ибрагимова А.Г.** // Труды Карельского научного центра Российской Академии Наук. – Петрозаводск. – 2015г. – №5, Серия Лимнология – С. 5-17.

Материалы и тезисы конференций:

1. **Ibragimova A.**, Frolova L., Subetto D., Syrykh L. Bottom sediments of the lakes as a key for past conditions reconstructions on Karelian Isthmus (Russian Federation) // Geophysical Research Abstracts. –EGU General Assembly 2018. – Vol. 20. – 2018. – EGU2018-19554.

2. **Ибрагимова А.Г.**, Фролова Л.А., Котов А.А., Субетто Д.А. История формирования озер Заонежского полуострова на основе исследования кладоцерного анализа донных отложений // Актуальные проблемы изучения ракообразных. Сборник тезисов и материалов докладов научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Николая Николаевича Смирнова. Ин-т биологии внутр. вод им. И.Д. Папанина РАН (Борок, 17–20 мая 2018 г.) – Ярославль: Издательское бюро “Филигрань”, 2018. – С. 72 - 80.

3. **Ибрагимова А. Г.**, Фролова Л. А., Косарева Л. Р., Нургалиев Д. К. Cladocera донных отложений озера Рубское (Ивановская область) как индикатор меняющихся условий среды // Сборник тезисов и материалов докладов научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Николая Николаевича Смирнова. Ин-т биологии внутр. вод им. И.Д. Папанина РАН (Борок, 17–20 мая 2018 г.) – Ярославль: Издательское бюро “Филигрань”, 2018. – С. 21– 22.

4. **Ibragimova A. G.**, Frolova L. A. , Kosareva L. R., Nurgaliev D. K. Reconstruction of the past conditions of Ivanovo region using subfossil Cladocera analysis of lake Rubskoye (РИНЦ) // Сборник трудов Международной конференции «Палеолимнология Северной Евразии. Опыт, методология, современное состояние» – Казань, 1–4 октября 2018 г. – С. 43-44.

5. **Ibragimova A.**, Frolova L. Cladocera community of Kotovo and Kilometrovoe Lakes (Kharbey Lakes system, Bolshezemelskaya tundra, Russia) according to analysis of short sediment cores

// Abstract book of 11th Symposium on Cladocera – Kulmbach, Germany, 24 - 29th September, 2017– p. 50.

6. **Ibragimova A.**, Frolova L., Syrykh L., Subetto D. Paleoenvironment reconstruction on the base of subfossil Cladocera (Branchiopoda, Crustacea) from bottom sediments of lake Medvedevskoe (Karelian Isthmus, Russia) // The Arctic science summit week 2017. "A Dynamic Arctic in Global Change". Book of abstracts. – Prague, Czech Republic, 31 March - 7 April, 2017. – 156 p.

7. **Ibragimova A.**, Frolova L., Syrykh L., Subetto D. Studies of subfossil Cladocera (Branchiopoda, Crustacea) from bottom deposits of Lake Medvedevskoe (Karelian Isthmus, Russia) // XIV Subfossil Cladocera Workshop. – Levico Terme, Italy, 5–8th April, 2016. – p.22.

8. **Ибрагимова А. Г.**, Фролова Л. А., Сырых Л. С., Субетто Д. А. Реконструкция экологических обстановок прошлого для Карельского перешейка на основе анализа субфоссильного состава Cladocera (Branchiopoda, Crustacea) донных отложений озера Медведевское // Пути эволюционной географии: Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной памяти профессора А.А.Величко. – М.: Институт географии РАН, 2016. – С. 467–469.

9. **Ибрагимова А.Г.**, Фролова Л.А., Греков И.М., Сырых Л.С., Колька В.В. Анализ рецентных остатков Cladocera (Branchiopoda, Crustacea) донных отложений озера Антюх-Ламбина (Кольский полуостров, Мурманская область) // 2-я МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ и Школа молодых ученых Палеолимнология Северной Евразии. – Якутск, 22–27 августа 2016 г. – С. 116-118.

10. **Ибрагимова А. Г.**, Фролова Л. А., Сырых Л. С., Субетто Д. А. Анализ субфоссильного состава Cladocera (Branchiopoda, Crustacea) донных отложений озера Медведевское (Карельский перешеек, Россия) // V Международной конференции молодых ученых. Водные ресурсы: изучение и управление (Лимнологическая школа-практика). Water Resources: Research and Management (WRRM). – г. Петрозаводск, 5–8 сентября 2016 г. – С. 249-253.

11. Фролова Л.А., Туманов О.Н., Фролова А.А., **Ибрагимова А.Г.**, Фефилова Е.Б. Cladocera (Branchiopoda, Crustacea) позднеголоценовых донных отложений озера Большой Харбей (Большеземельская тундра) // Современная микропалеонтология. Сборник трудов XVI Всероссийского микропалеонтологического совещания. – Калининград, 2015. – С.453–467.

12. **Ibragimova A.**, Frolova L., Tumanov O., Fefilova E., Nazarova. L. Analises of fossilised Cladocera remains (Branchiopoda, Crustacea) from lake Golovka, system of the Harbey lakes (Northern Ural, Russia) // Paleolimnology of Northern Eurasia. Proceedings of the International Conference (Eds. Dmitry Subetto, Tatyana Regerand, Anastasiya Sidorova). – Petrozavodsk, 21-25 September, 2014. – Petrozavodsk Karelian Research Centre RAS, 2014. – 78-79 pp. ISBN 978-5-9274-0638-8.